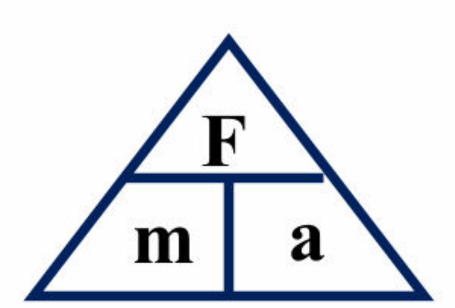
# Newton's Second Law قانون نيوتن الثاني

**نص القانون**

إذا أثرت قوة محصلة علي جسم أكسبته عجلة تتناسب طردياً مع القوة المؤثرة علي الجسم وعكسياً مع كتلته




**الصيغة الرياضية** $F = m\,a$ أو $a = \frac{F}{m}$

**وحدة قياس القوة** : في النظام الدولي هي النيوتن ( N ) وهو يكافئ $Kg.\ m/s^2$

**النيوتن** : القوة التي إذا أثرت على جسم كتلته 1kg تكسبه عجلة $1\ m/s^2$

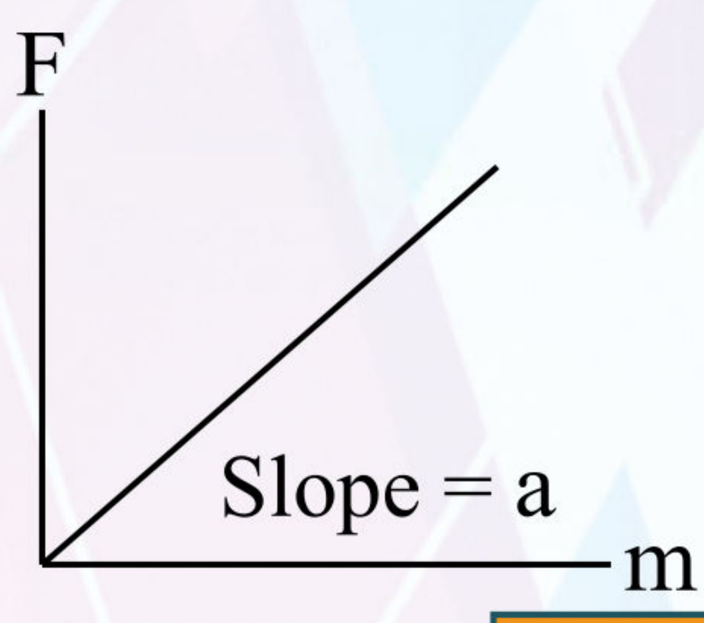
## العوامل التي تتوقف عليها القوة

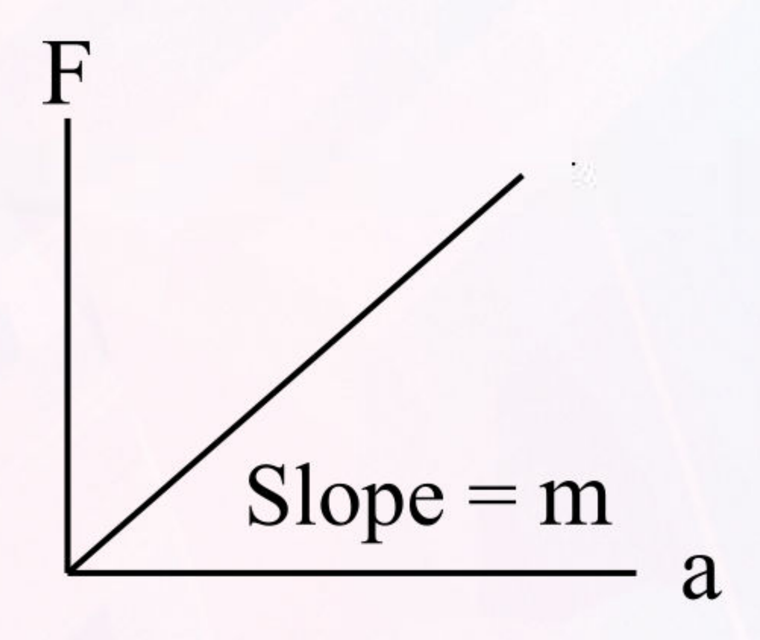
1- كتلة الجسم

تتناسب القوة المؤثرة على جسم طردياً مع كتلة الجسم عند ثبوت العجلة

2- العجلة التي يتحرك بها الجسم

تتناسب القوة المؤثرة على جسم طردياً مع العجلة التي يتحرك بها الجسم عند ثبوت الكتلة




## الكتلة و الوزن

| | الكتلة ( الكتلة القصورية ) | الوزن |
|---|---|---|
| التعريف | مقدار ممانعة الجسم لأي تغيير في حالته الحركية الانتقالية | قوة جذب الأرض للجسم |
| القانون | $m = \frac{F}{a}$ | $w = mg$ |
| نوع الكمية | قياسية | متجهة ، اتجاهها نحو مركز الأرض |
| وحدة القياس | kg | N |
| التأثر بالمكان | ثابتة لا تتغير بتغير المكان | يتغير من مكان لآخر |

**ملاحظات جامدة**

1- يتغير وزن الجسم من مكان لآخر لارتباطه بعجلة الجاذبية الأرضية

2- وزن الجسم على سطح القمر = $\frac{1}{6}$ وزنه على سح الأرض

3- وزن الجسم عددياً دائماً أكبر من كتلته

## مسائل علي قوانين نيوتن

(1) أثرت قوتين متساويتين علي جسمين فتحرك الأول وكتلته 5kg بعجلة $8m/s^2$ والثاني تغيرت سرعته من السكون إلي 48m/s خلال 3 s احسب كتلة الجسم الثاني

.....................................................................................................................................

.....................................................................................................................................

(2) أثرت قوة علي جسم وزنه 4000 N فغيرت سرعته من 10 m/s إلي 20 m/s خلال 10 s فإذا كانت عجلة السقوط الحر = $10\ m/s^2$ احسب

(1) العجلة التي يتحرك بها الجسم (2) القوة المؤثرة علي الجسم

.....................................................................................................................................

.....................................................................................................................................

.....................................................................................................................................

سيارة يتم سحبها بواسطة ونش بقوة 3 ×103 N ليكسبها عجلة مقدارها 3 m/s2 فإذا علمت أن عجلة السقوط الحر = $10\ m/s^2$ احسب كتلة ووزن السيارة

.....................................................................................................................................

.....................................................................................................................................

.....................................................................................................................................

(4) يتولي ونش سحب سيارة بقوة $4\times10^3$ N ليكسبها عجلة مقدارها $4\ m/s^2$ احسب كتلة ووزن السيارة حيث أن عجلة الجاذبية الأرضية = $10\ m/s^2$ .

.....................................................................................................................................

.....................................................................................................................................

.....................................................................................................................................

.....................................................................................................................................

(5) كرة معدنية كتلتها 10kg ساكنة علي سطح أفقي أثرت عليها قوة أفقية 30 N فحركتها احسب :-

(1) العجلة التي تحركت بها الكرة (2) المسافة التي قطعتها خلال 10 ثواني

.....................................................................................................................................

.....................................................................................................................................

.....................................................................................................................................

.....................................................................................................................................

(6) سيارة كتلتها 1000kg تتحرك بسرعة 2 m/s استخدم سائقها الفرامل فتوقفت بعد 2 s احسب قوة الفرامل

.....................................................................................................................................

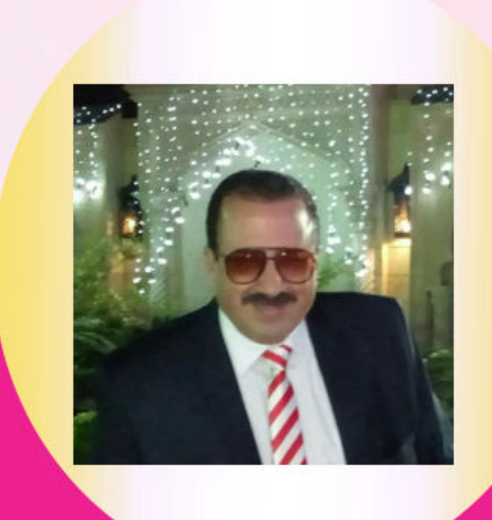
.....................................................................................................................................

.....................................................................................................................................

.....................................................................................................................................

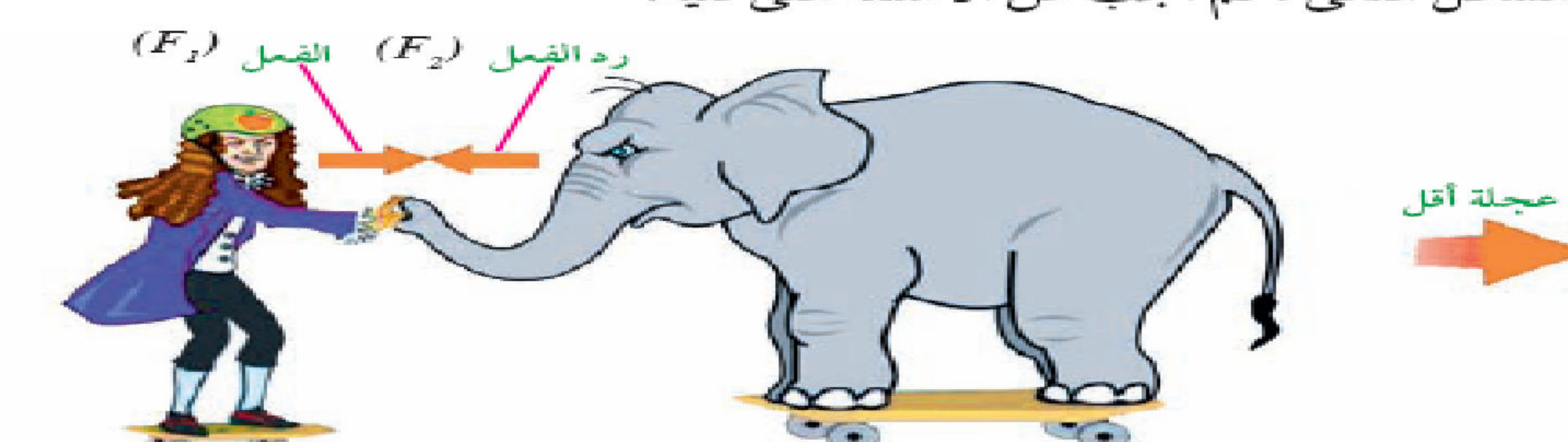




مثال محلول

لاحظ الشكل التالى ، ثم أجب عن الأسئلة التى تليه:




١ ما العلاقة بين القوة المؤثرة على الفيل والقوة المؤثرة على الشخص؟

٢ لماذا تكون قوة الفعل على الفيل ورد الفعل على الشخص قوتين غير متزنتين؟

٣ إذا كانت كتلة الفيل تساوى 6 مرات قدر كتلة الرجل، فاحسب العجلة التى يتحرك بها الفيل إذا تحرك الرجل بعجلة $2m/s^2$؟ لماذا تكون عجلة الفيل سالبة الإشارة؟

الحل:

١ القوة المؤثرة على الشخص = − القوة المؤثرة على الفيل.

$$F_1 = -F_2$$

٢ لكى يحدث الاتزان بين قوتين يشترط أن تكونا متساويتين فى المقدار ومتضادتين فى الاتجاه، وخط عملها واحد، ويؤثران على نفس الجسم، وتنطبق جميع هذه الشروط على قوى الفعل ورد الفعل فيما عدا الشرط الأخير، حيث إن الفعل يؤثر على جسم (الفيل) ورد الفعل يؤثر على جسم آخر (الشخص).

٣ حساب العجلة التى يتحرك بها الفيل

$$F_1 = -F_2$$

$$m_1 a_1 = -m_2 a_2$$

$$\frac{-a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

وحيث إن $m_2 = 6m_1$

$$\frac{-a_1}{2} = 6$$

$$a_1 = -12\ m/s^2$$

وتدل الإشارة السالبة على أن الفيل يتحرك فى عكس اتجاه حركة الشخص.

# قوانين الحركة الدائرية

## كيفية حدوث الحركة الدائرية

من خلال دراستك لقانون نيوتن الثاني تعلمت أنه عندما تؤثر قوة على جسم متحرك بسرعة منتظمة فإنه يكتسب عجلة ، أي يحدث تغير في سرعته ويعتمد التغير الحادث في السرعة على اتجاه القوة المؤثرة بالنسبة لاتجاه الحركة :

عندما تؤثر قوة على جسم متحرك

إذا كان

| اتجاه القوة فى نفس اتجاه الحركة | اتجاه القوة فى عكس اتجاه الحركة | اتجاه القوة فى اتجاه عمودى على الحركة |
|---|---|---|
| يزداد مقدار السرعة ولا يتغير اتجاهها | يقل مقدار السرعة ولا يتغير اتجاهها | يتغير اتجاه السرعة ولا يتغير مقدارها |

### مثال قائد الدراجة النارية

عندما يزيد من تدفق الوقود فإنها تكتسب قوة في نفس اتجاه الحركة فتزداد سرعتها

عندما يضغط على الفرامل فإن القوة تكون في عكس اتجاه الحركة فتقل سرعتها

عندما يميل بجسمه يميناً أو يساراً تتولد قوة عمودية على اتجاه الحركة فيتغير اتجاه الحركة ويسير في مسار دائري

---

### نستنتج مما سبق أنه

✈ لكي يتحرك أي جسم في مسار دائري لابد أن تؤثر عليه قوة عمودية على اتجاه حركته وفي اتجاه مركز الدائرة ، وذلك لإجباره على الاستمرار في الحركة الدائرية

✈ **السرعة المماسية** هي سرعة جسم في اتجاه مماس المسار الدائري الذي كان يسلكه لحظة الإفلات

| الحركة الدائرية المنتظمة | القوة الجاذبة المركزية |
|---|---|
| حركة جسم في مسار دائري بسرعة ثابتة في المقدار ومتغيرة في الاتجاه | القوة التي تؤثر باستمرار في اتجاه عمودي على حركة الجسم فتحول مساره المستقيم إلى مسار دائري |

### المعمل المصغر

**الحركة فى دائرة:**

✻ اربط حجرًا صغيرًا بطرف خيط، وأمسك بيدك الطرف الآخر للخيط، ثم حرك الحجر فى مسار دائرى، أثناء ذلك قم بزيادة سرعة دوران الحجر، ماذا تلاحظ؟ اترك الخيط ليتحرك الحجر بحرية، فى أى اتجاه ينطلق الحجر؟



(بيان الحركة ف...

ونتوصل مما سبق أنه:

## أنواع القوى الجاذبة المركزية

| النوع | مثال للتوضيح |
| --- | --- |
| قوة الشد ($F_T$) | ← عند سحب جسم باستخدام حبل أو سلك تنشأ قوة شد<br>← إذا كانت قوة الشد عمودية على اتجاه حركة جسم يتحرك بسرعة ثابتة فإن هذه القوة تجعل الجسم يتحرك في مسار دائري<br>**أي أن** قوة الشد في الحبل ( الخيط ) تعمل كقوة جاذبة مركزية |
| قوة التجاذب المادي ($F_C$) | ← تنشأ بين الأرض والشمس قوة تجاذب عمودية على اتجاه حركة الأرض فتجعلها تتحرك في مسار دائري حول الشمس<br>**أي أن** قوة التجاذب المادي تعمل كقوة جاذبة مركزية |
| قوة الاحتكاك ($F_f$) | ← عندما تنعطف السيارة في مسار دائري أو منحنى تنشأ قوة احتكاك بين الطريق والإطارات<br>← تكون هذه القوة عمودية على اتجاه الحركة وفي اتجاه مركز الدائرة فتجعل السيارة تتحرك في مسار منحني<br>**أي أن** قوة الاحتكاك تعمل كقوة جاذبة مركزية |
| قوة رد الفعل ($F_N$) | ← **عندما تتحرك سيارة في** مسار دائري يميل على الأفقي فإنها تتأثر بأكثر من قوى منها :<br>• قوة رد الفعل تؤثر عمودياً على السيارة بتحليل متجه قوة رد الفعل فإن المركبة الأفقية لرد الفعل تكون عمودية على اتجاه الحركة وفي اتجاه المركز فتجعل السيارة تتحرك في مسار منحني<br>• قوة الاحتكاك بتحليل متجه قوة الاحتكاك فإن المركبة الأفقية لقوة الاحتكاك تكون عمودية أيضاً على اتجاه الحركة فتجعل السيارة تتحرك في مسار منحني<br>**أي أن** القوة الجاذبة المركزية = مجموع مركبتي قوة رد الفعل وقوة الاحتكاك في الاتجاه الأفقي . |
| قوة الرفع ($F_L$) | ← تؤثر قوة رفع الطائرة عمودياً على جسم الططائرة<br>← عندما تميل الطائرة فإن المركبة الأفقية لقوة الرفع تكون عمودية على اتجاه الحركة وفي اتجاه المركز فتتحرك الطائرة في مسار دائري<br>**أي أن** المركبة الأفقية لقوة رفع الطائرة تعمل كقوة جاذبة مركزية |




## قوانين الحركة الدائرية

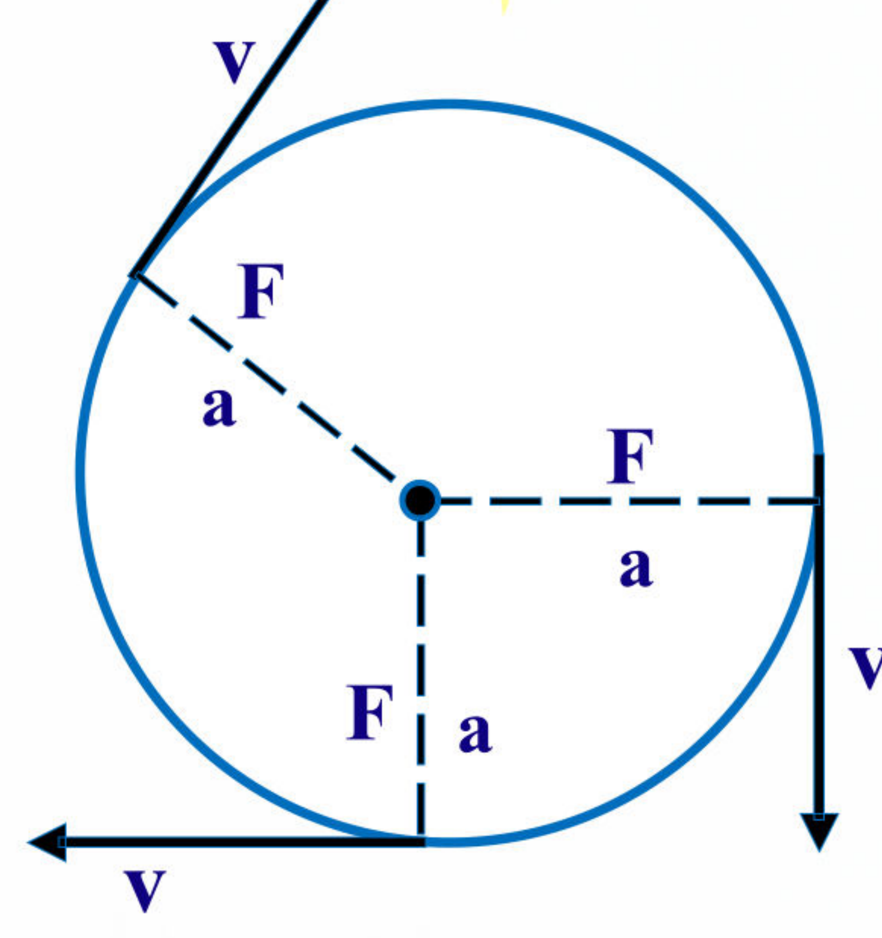
| العجلة المركزية | السرعة المماسية | القوة الجاذبة المركزية |
| --- | --- | --- |







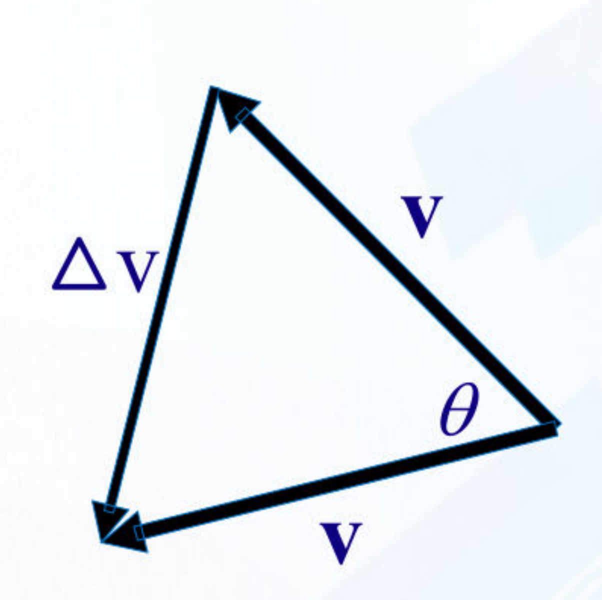
## ① العجلة المركزية (a)

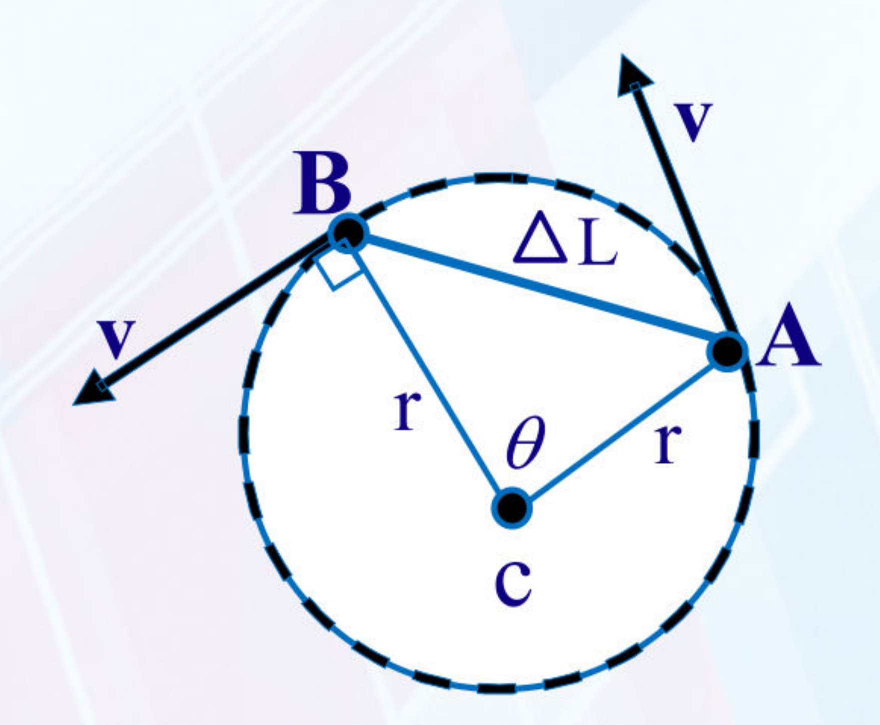



العجلة التي يكتسبها الجسم في الحركة الدائرية نتيجة لتغير اتجاه السرعة

### استنتاج قيمة العجلة المركزية

✍ عند تحرك جسم من النقطة (A) إلى النقطة (B) فإن السرعة (v) تتغير في الاتجاه ولكن تحتفظ بمقدارها ثابتاً




من تشابه المثلث (CBA) مع مثلث السرعات نجد أن :

$$\frac{\Delta L}{r} = \frac{\Delta v}{v}$$




$$\Delta v = \frac{\Delta L}{r} v$$

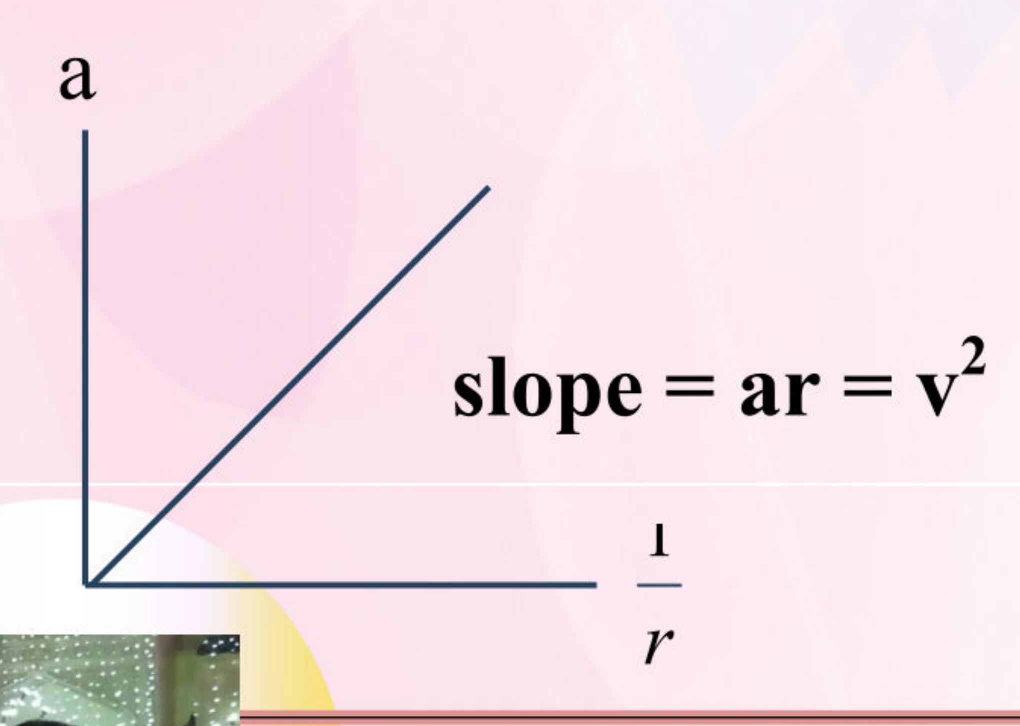
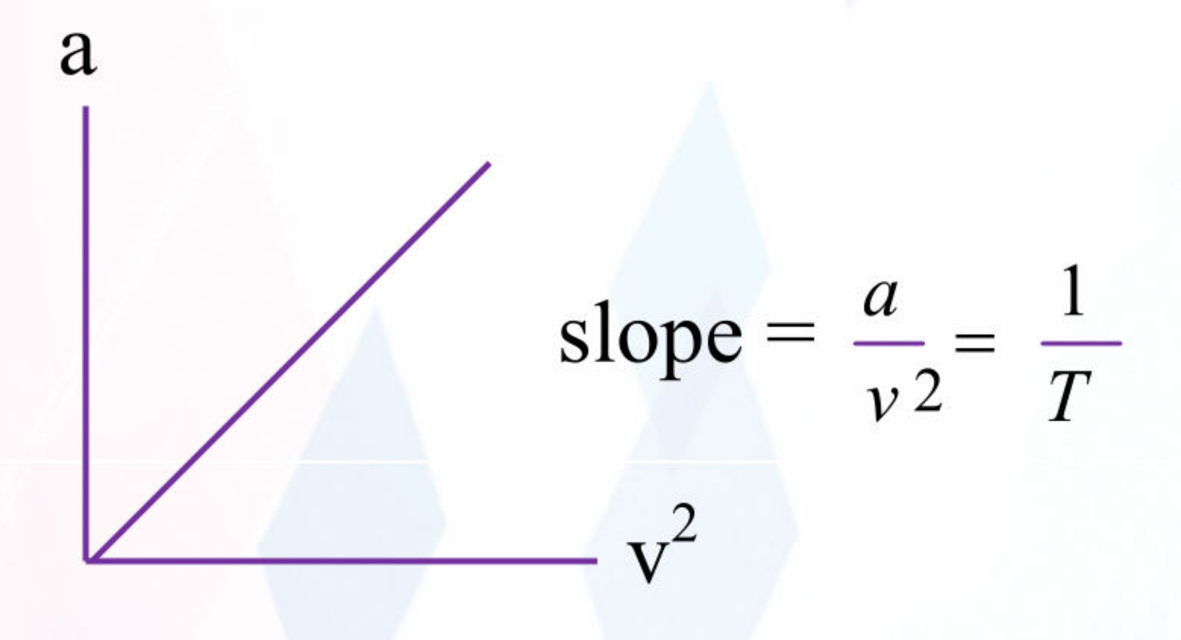
إذا انتقل الجسم من (A) إلى (B) خلال فترة زمنية (Δt) فإن :

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = v \frac{\Delta L}{\Delta t} \cdot \frac{1}{r}$$

$$\because \; v = \frac{\Delta L}{\Delta t}$$

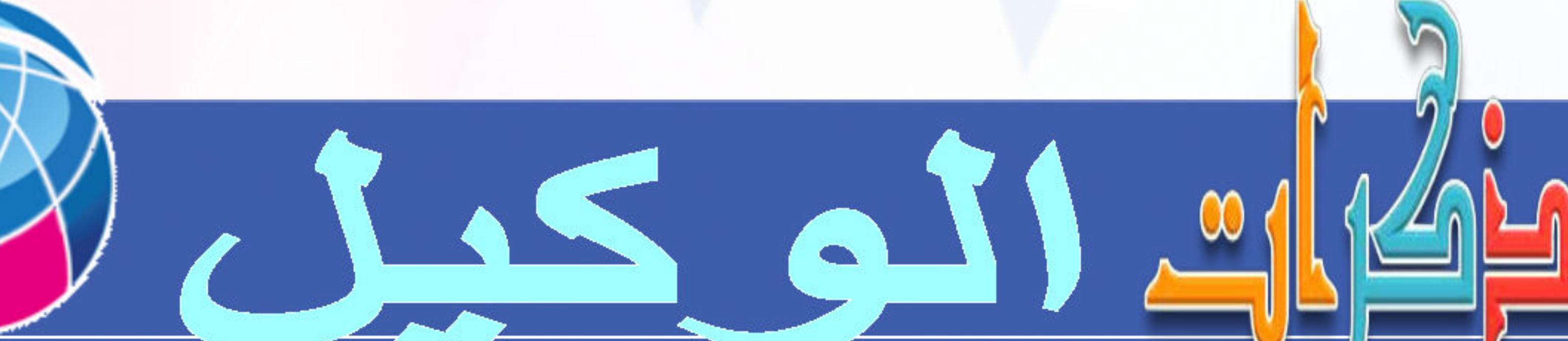
$$\therefore \; a = \frac{v^2}{r}$$

### العوامل التي تتوقف عليها العجلة المركزية

| (2) نصف قطر الدوران | (1) السرعة المماسية |
|---|---|
| تتناسب العجلة المركزية عكسياً مع نصف قطر الدوران عند ثبوت السرعة المماسية | تتناسب العجلة المركزية طردياً مع مربع السرعة المماسية عند ثبوت نصف قطر الدوران |
|   |   |







## ② السرعة المماسية

حساب قيمة السرعة المماسية

← إذا فرضنا أن الجسم قام بدورة كاملة في المسار الدائري خلال زمن (T) يطلق عليه الزمن الدوري فإن :

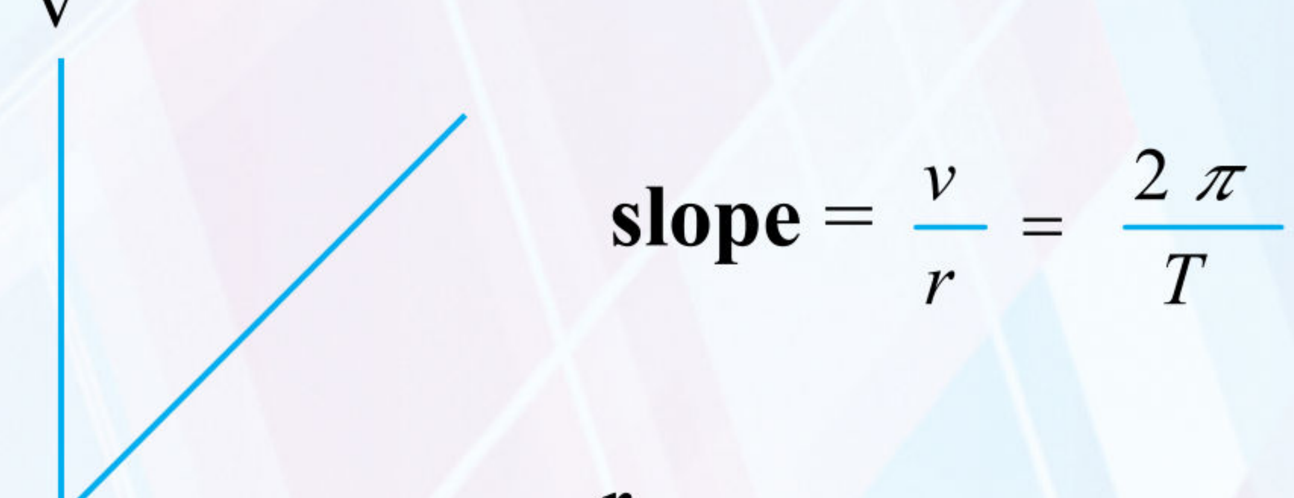
السرعة المماسية = المسافة ( محيط المسار الدائري ) / الزمن

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

## العوامل التي تتوقف عليها السرعة المماسية

**(1) نصف قطر الدوران**

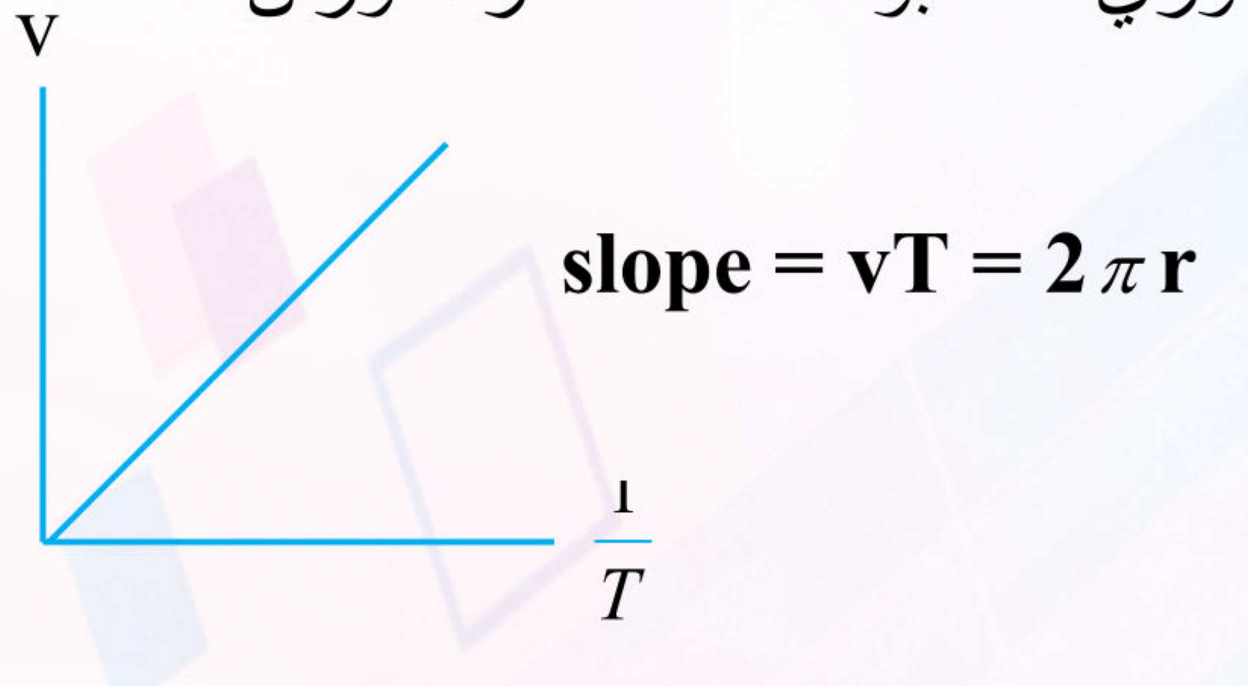
تتناسب السرعة المماسية طردياً مع نصف قطر الدوران عند ثبوت الزمن الدوري




$$\text{slope} = \frac{v}{r} = \frac{2\pi}{T}$$

**(2) الزمن الدوري**

تتناسب السرعة المماسية عكسياً مع الزمن الدوري عند ثبوت نصف قطر الدوران




$$\text{slope} = vT = 2\pi r$$

## ③ القوة الجاذبة المركزية

### حساب قيمة القوة الجاذبة المركزية

← من قانون نيوتن الثاني

$$F = ma$$

$$\because a = \frac{v^2}{r}$$

$$\therefore F = ma = m \times \frac{v^2}{r}$$



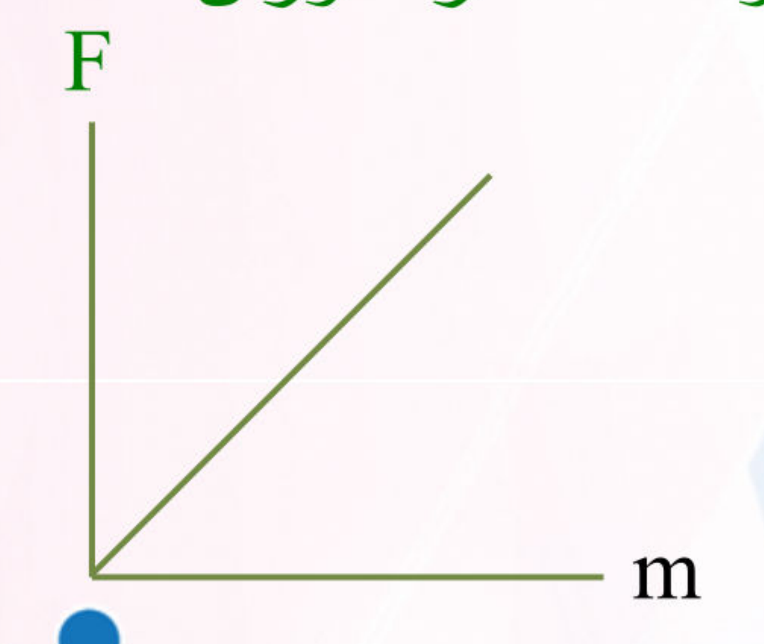
**(1) السرعة المماسية**

تتناسب طردياً مع مربع السرعة المماسية عند ثبوت الكتلة ونصف قطر الدوران

F — $v^2$

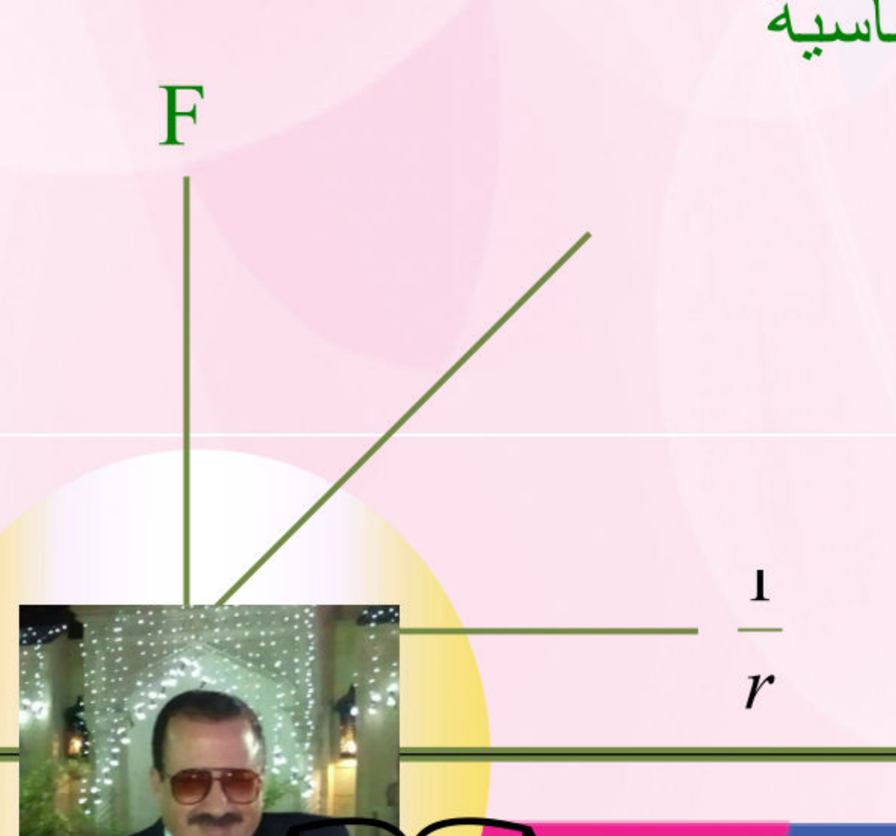
**(2) كتلة الجسم المتحرك**

تتناسب طردياً مع كتلة الجسم عند ثبوت السرعة المماسية ونصف قطر الدوران

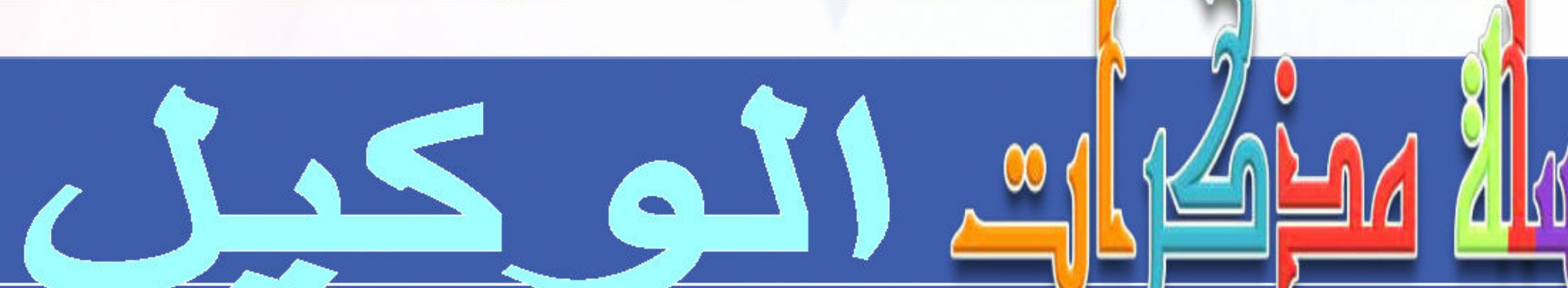



**(3) نصف قطر الدوران**

تتناسب عكسياً مع نصف قطر الدوران عند ثبوت الكتلة والسرعة المماسية





## تطبيقات حياتية

✈ يستفاد من ظاهرة حركة الأجسام بعيداً عن المسار الدائري عندما تكون القوة الجاذبة المركزية غير كافية للحركة في المسار الدائري في العديد من التطبيقات الحياتية والتي منها :

✎ **صنع غزل البنات**

✎ **لعبة البراميل الدوارة في الملاهي**

✎ **تجفيف الملابس حيث :**

أن جزيئات الماء ملتصقة بالملابس بقوة معينه وعند دوران المجفف بسرعة كبيرة تكون هذه القوة غير كافية لإبقاء الجزيئات في مدارها ، وبالتالي تنطلق باتجاه المماس لمحيط دائرة الدوران وتنفصل عن الملابس

### تأثير تناقص القوة المركزية على نصف قطر الدوران

عندما تتناقص القوة المركزية فإن هذا يعني أن نصف القطر سيزداد وذلك لأن ( $F \, \alpha \, \frac{1}{r}$ ) ، أي أن الجسم سيبتعد عن مركز الدائرة ، وإذا أصبحت القوة المركزية صفراً فإنه سيتحرك في خط مستقيم بسبب القصور الذاتي فإذا افترضنا أن سيارة تتحرك على مسار منحني وكان الطريق لزجاً فإن قوى الاحتكاك تكون غير كافية لإدارة السيارة في المسار المنحني فتنزلق السيارة وتزحف الإطارات على الطريق الجانبي ، ولايمكن للسيارة أن تستمر في المسار المنحني

**ملحوظة جامدة جدي**

كلما قل نصف قطر المنحنى احتاجت السيارة لقوة مركزية أكبر لتدور فيه وبالتالي تزداد خطورة هذا المنحنى ولتجنب ذلك ينبغي السير بسرعة صغيرة على المنحنيات الخطرة ( التي يكون نصف قطرها صغير )





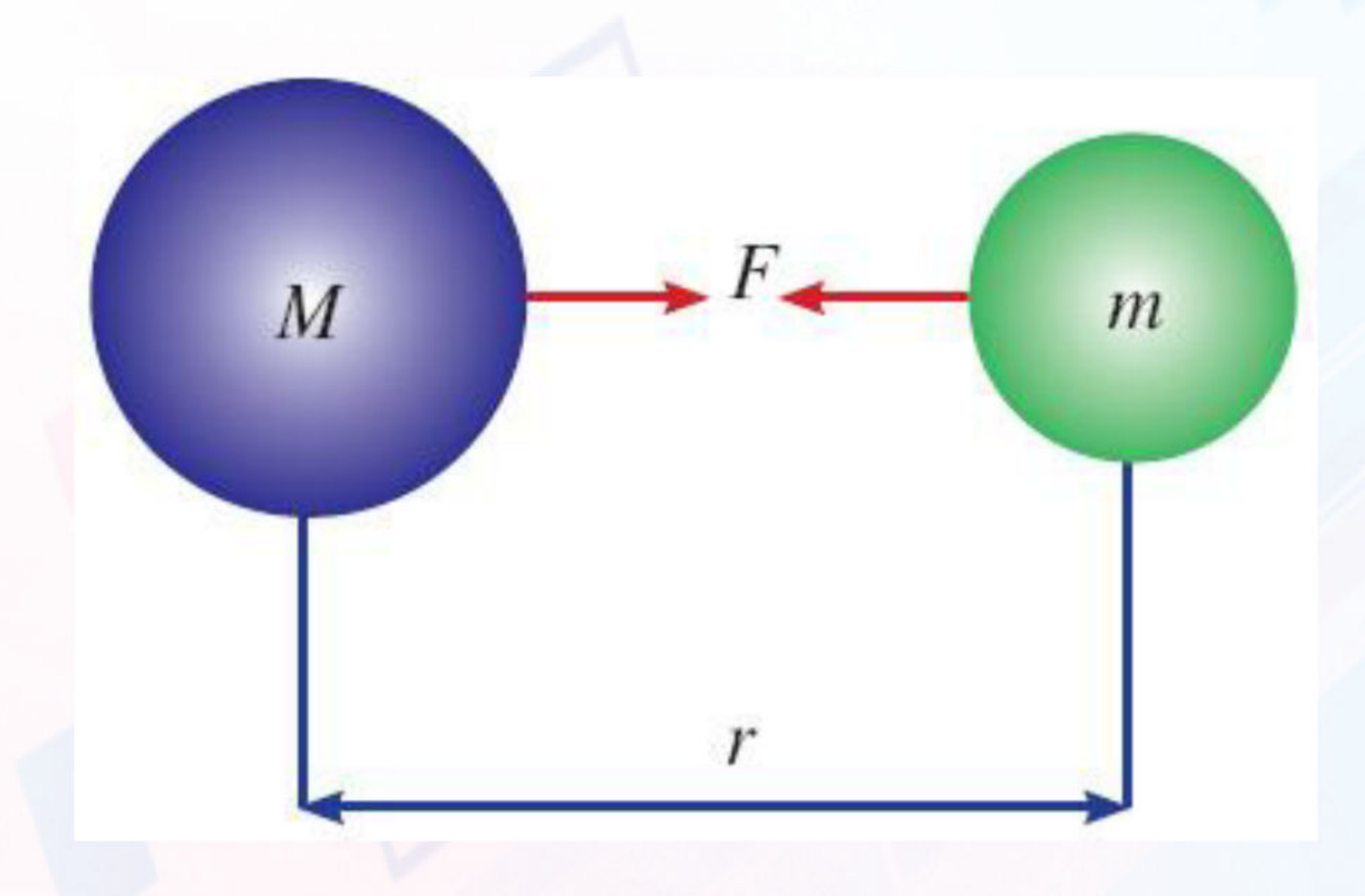



# قانون الجذب العام لنيوتن

## نص قانون الجذب العام لنيوتن

كل جسم مادي في الكون يجذب أي جسم آخر بقوة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسياً مع مربع البُعد بينهما

## الصيغة الرياضية لقانون الجذب العام




$$\therefore \ F = G\frac{Mm}{r^2}$$

**حيث** (r) البُعد بين مركزي الجسمين ، (G) ثابت الجذب العام

$$G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2.kg^{-2} = = 6.67 \times 10^{-11}\ m^3.kg^{-1}.s^{-2}$$

**ومعادلة أبعاد ثابت الجذب العام** $M^{-1}.L^3.T^{-2}$



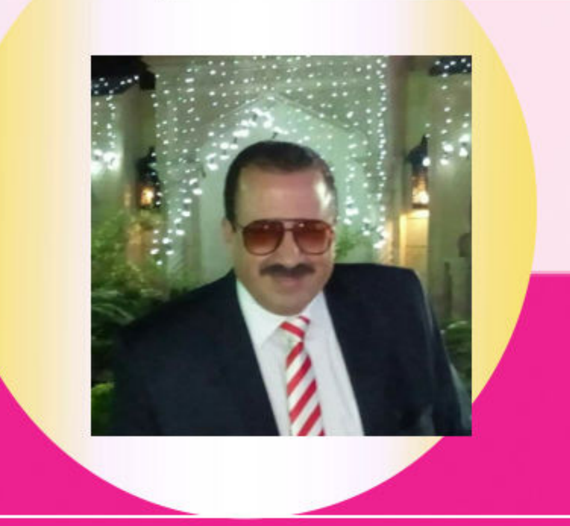

## ثابت الجذب العام

قوة الجذب المتبادلة بين جسمين كتلة كل منهما 1kg والمسافة بين مركزيهما 1m

**علماء أفادوا البشرية** | **دور العلماء العرب في تطوير علم الفلك**

- نجح أبو الريحان محمد البيروني في قياس محيط الكرة الأرضية
- كذلك ساعد بعض العلماء مثل على بن عيسى الأسطرلابي ، وعلى البحتري في تطوير علم الفلك والاستفادة منه










**مجال الجاذبية** الحيز الذي تظهر فيه قوى الجاذبية

**شدة مجال الجاذبية الأرضية**

قوة جذب الأرض لكتلة تساوي 1kg

$$g = \frac{GM}{r^2}$$

**تتعين شدة مجال الجاذبية الأرضية من العلاقة :**

حيث ( M ) كتلة الأرض = $5.98 \times 10^{24}$ kg

و ( r ) البُعد عن مركز الأرض علماً بأن $r = R + h$

(R) نصف قطر الكرة الأرضية ( R = 6378 km )

( h) الارتفاع عن سطح الأرض

**وبالتالي يمكن كتابة العلاقة التي تتعين منها شدة مجال الجاذبية الأرضية كالتالي :**

$$g = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

## الأقمار الصناعية

### نبذة تاريخية

**كان حلم الإنسان هو** ارتياد الفضاء فظل يطور من أجهزة الرصد والصواريخ التي تقذف بمركبة فضائية لتدور حول الأرض أو تنطلق إلى أبعاد أكبر لتصل مثلاً إلى كوكب آخر مثل المريخ

**ولقد استيقظ العالم** في 4 من اكتوبر 1957 م على مفاجأة النجاح في ارسال قمر صناعي ( سبوتنيك ) إلى الفضاء كأول تابع فضائي لكوكب الأرض ، أعقب ذلك أقمار أخرى ، بل ونجح الإنسان في النزول على سطح القمر

### فكرة إطلاق القمر الصناعي ( الأساس العلمي )

- يمثل القمر الصناعي في مداره جسماً يسقط سقوطاً حراً نحو الأرض وبالرغم من ذلك لا يقترب من الأرض على الإطلاق

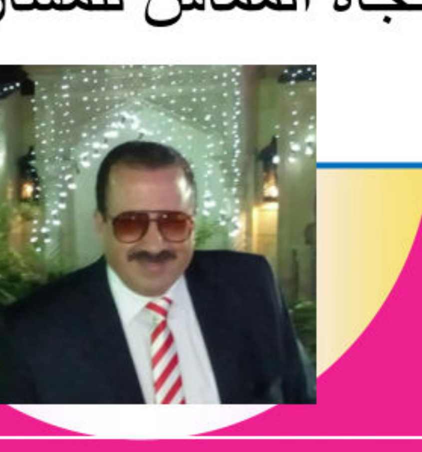
### تفسير اسحق نيوتن ( أول من شرح الأساس العلمي لإطلاق الأقمار الصناعية )

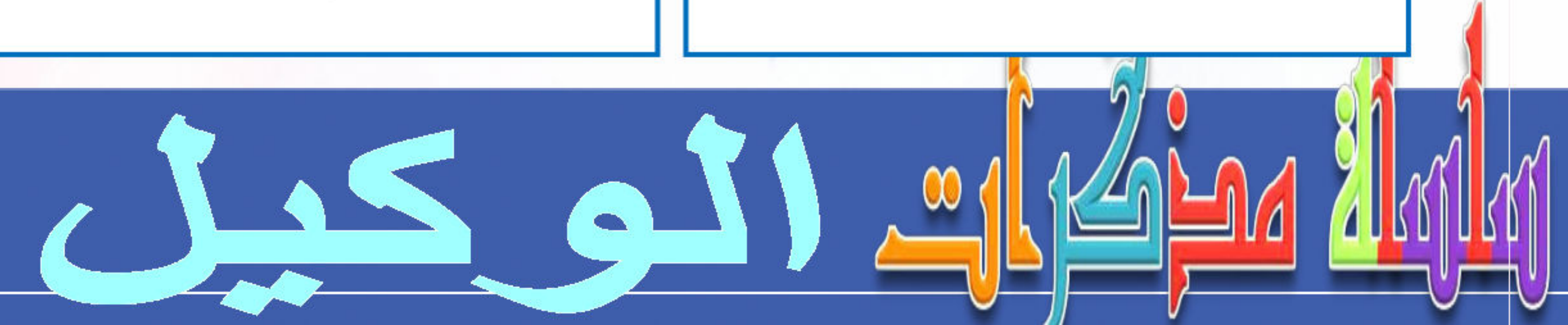
عند إطلاق قذيفة مدفع من قمة جبل بسرعة أفقية ( مع اهمال مقاومة الهواء ) فإنها :

- تقطع مسافة أفقية قبل أن تسقط سقوطاً حراً نحو الأرض ، وبزيادة السرعة التي تُقذف بها تزداد المسافة الأفقية التي تقطعها قبل أن تصل إلى الأرض
- وإذا بلغت سرعة انطلاقها حداً معيناً فإنها تسقط سقوطاً حراً على طول مسار منحني بحيث يكون بُعدها عن سطح الأرض ثابتاً وبالتالي تتخذ القذيفة مساراً شبه دائري حول الأرض وتصبح تابعاً للأرض مثل القمر

| القمر الصناعي | السرعة المدارية للقمر الصناعي | ماذا يحدث لو ..... ؟ |
|---|---|---|
| جسم يُطلق بسرعة معينة تجعله يدور في مسار منحني شبه دائري بحيث يظل بُعده عن سطح الأرض ثابتاً | السرعة التي تجعله يدور في مسار منحني شبه دائري بحيث يظل بُعده عن سطح الأرض ثابتاً | **توقف القمر الصناعي وأصبحت سرعته صفراً** يتحرك في خط مستقيم ناحية الأرض ويسقط بداخلها<br>**انعدمت قوة الجاذبية بين الأرض والقمر الصناعي** يتحرك القمر في خط مستقيم باتجاه المماس للمسار الدائري مبتعداً عن الأرض |







## استنتاج السرعة المدارية للقمر الصناعي (V)

- قوة التجاذب بين القمر والأرض هي نفسها القوة الجاذبة المركزية

$$\therefore F = G\frac{mM}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \quad , \quad \therefore G\frac{M}{r} = v^2 \quad , \quad \therefore \quad v = \sqrt{G\frac{M}{r}}$$

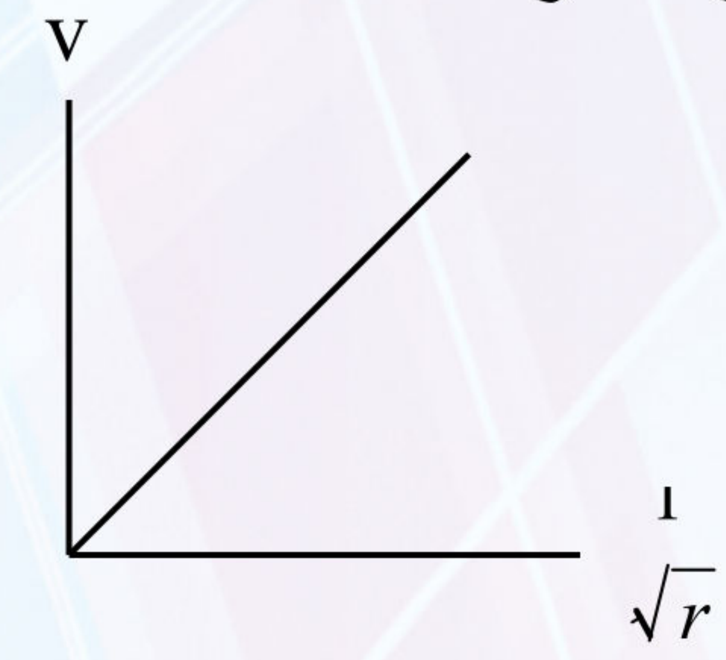
حيث (m) كتلة القمر ، (M) كتلة الأرض ، (r) نصف قطر المدار ، (G) ثابت الجذب العام

وإذا كان الارتفاع الذي أطلق منه القمر الصناعي للفضاء (h) فإن : $r = R + h$ حيث (R) نصف قطر الأرض

## العوامل التي تتوقف عليها السرعة المدارية للقمر الصناعي

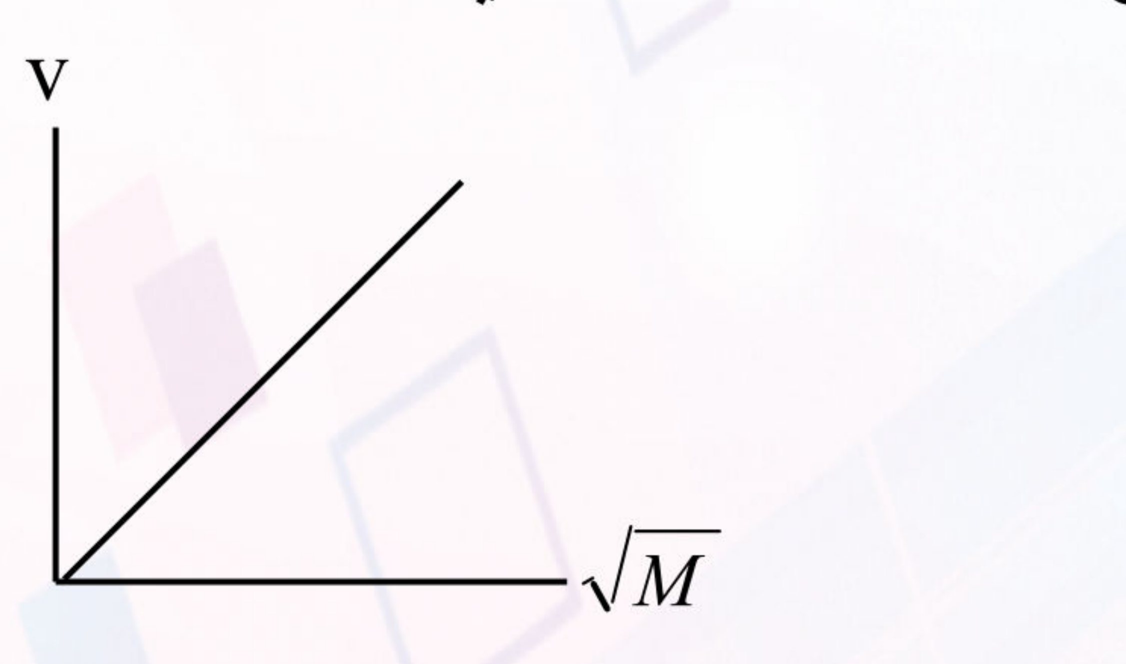
### (1) نصف قطر المدار

تتناسب السرعة المدارية للقمر الصناعي عكسياً مع جذر نصف قطر المدار




### (2) كتلة الكوكب

تتناسب السرعة المدارية للقمر الصناعي طردياً مع جذر كتلة الكوكب الذي يدور حوله




**مثال محلول**

كرتان صغيرتان كتلة كل منهما $(7.3kg)$ موضوعتان على مسافة بين مركزيهما تساوى $(0.5\ m)$ احسب قوة الجاذبية المتبادلة بينهما واكتب التعليق المناسب.

**الحل :**

من قانون الجذب العام فإن قوة الجذب تساوى:

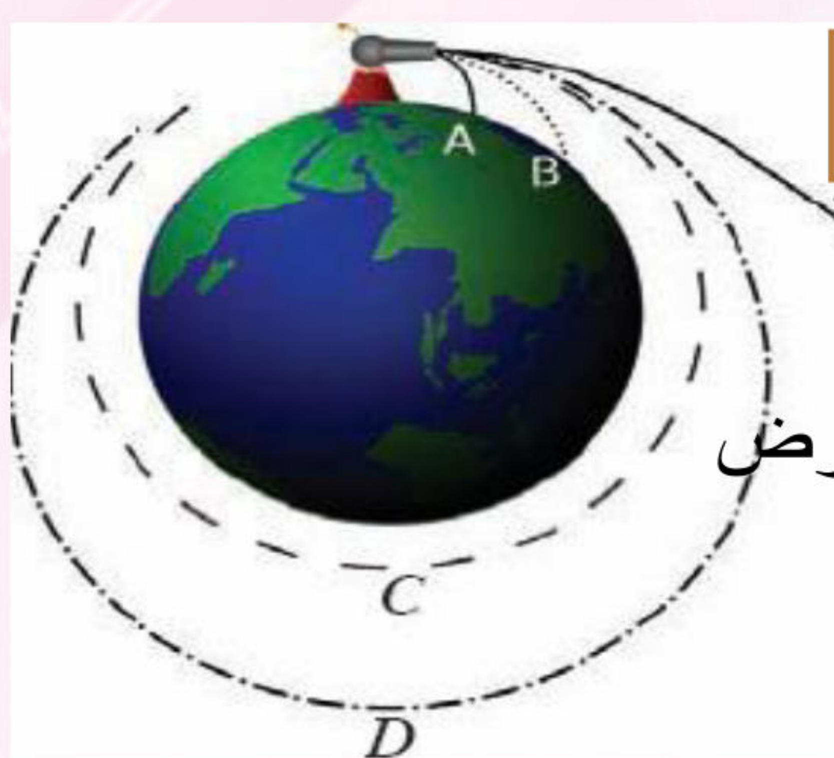
$$F = \frac{G\,Mm}{r^2} = \frac{(6.67\times10^{-11})\ (7.3)^2}{(0.5)^2}$$

$$F = 1.4\times10^{-8}\ N$$

فى هذا المثال نلاحظ أن قوة الجذب المتبادلة بين الكرتين صغيرة جدًّا وتعادل وزن حبة رمل من رمال الشاطىء.

## أهمية الأقمار الصناعية

**يمكن تقسيم الأقمار الصناعية من حيث تطبيقاتها إلى أنواع عديدة منها :**





**❶ أقمار الاتصالات**

تسمح بالنقل التلفزيوني والإذاعي ، والهاتفي من وإلى أي مكان على سطح الأرض

**❷ الأقمار الفلكية ( تليسكوبات هائلة الحجم تسبح في الفضاء )**

تستخدم في تصوير الفضاء بدقة

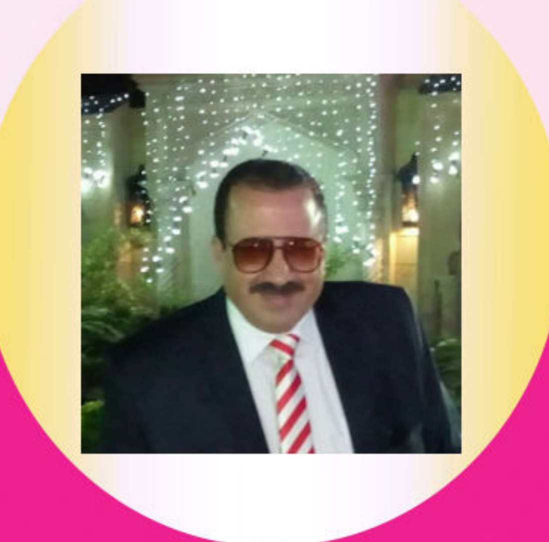
**❸ أقمار الاستشعار عن بُعد وتستخدم في**

- دراسة ومراقبة الطيور المهاجرة
- تحديد المصادر المعدنية وتوزعيها
- مراقبة المحاصيل الزراعية لحمايتها من مخاطر الطقس
- دراسة تشكل الأعاصير

**❹ أقمار الاستطلاع والتجسس وتستخدم في**

**❺ أقمار لرصد الأحوال الجوية**





# 1 الشغل والطاقة

## الشغل Work

عندما تؤثر قوة على جسم ما لتحركه مسافة معينة على طول خط عمل هذه القوة يقال أن القوة تبذل شغلاً

$$W = Fd$$

**وحدة قياس الشغل هي الجول ( J )**

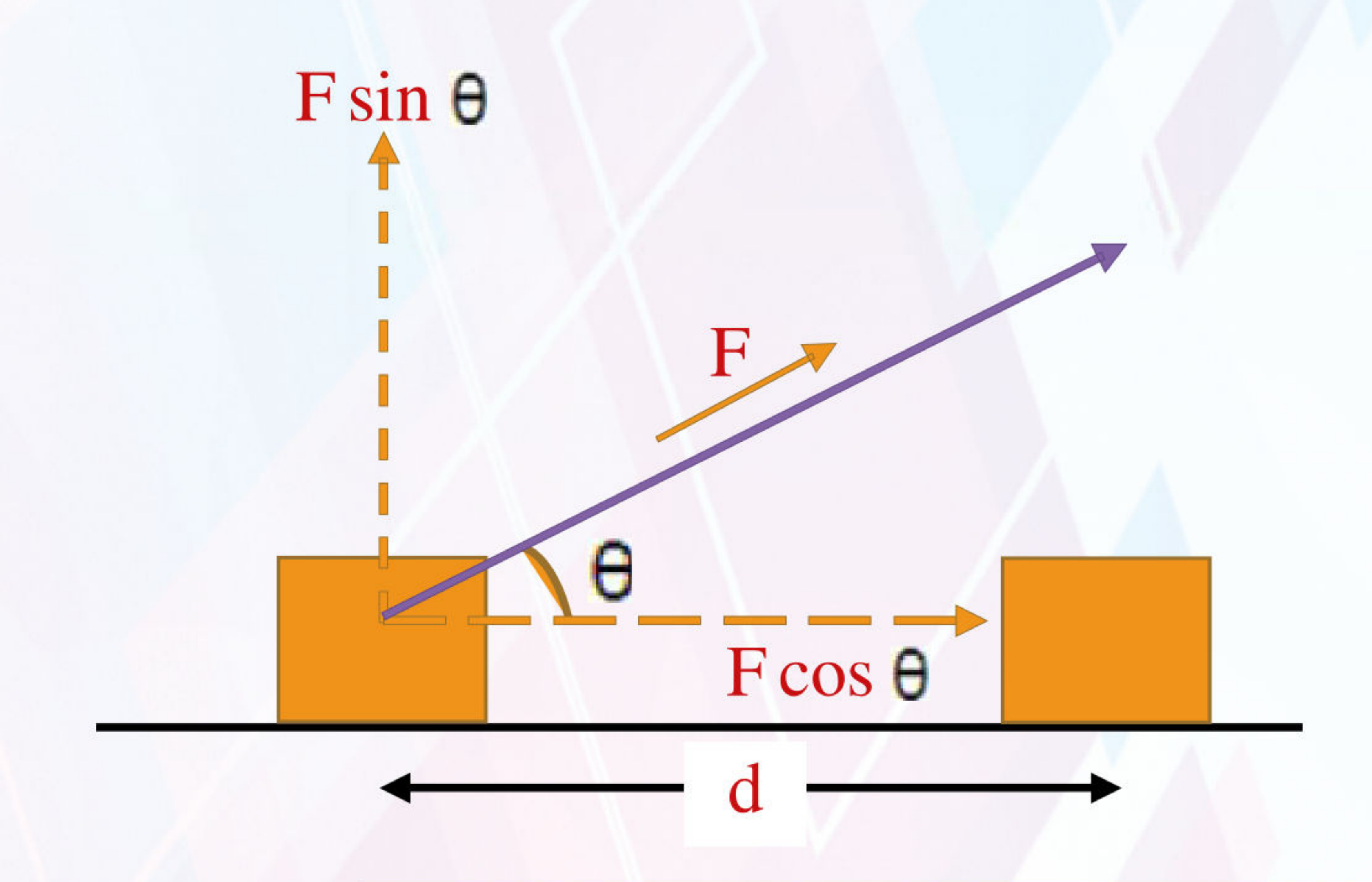
**الجـول**

الشغل الذي تبذله قوة مقدارها واحد نيوتن لتحـرك جسم إزاحة مقدارها واحد متر في اتجاه القوة.

## الشغل

هو حاصل ضرب القوة في الإزاحة في اتجاه خط عمل القوة

$$W = Fd \cos \theta$$

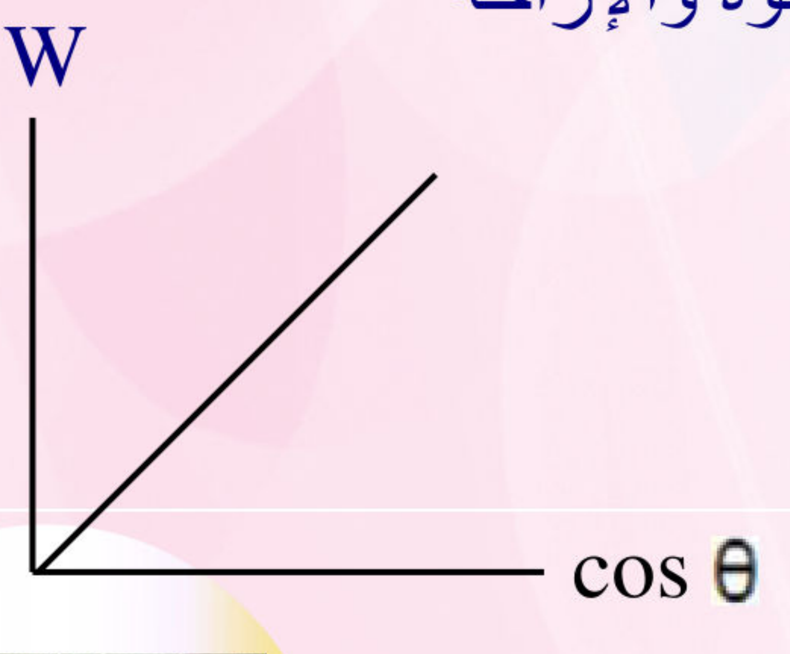




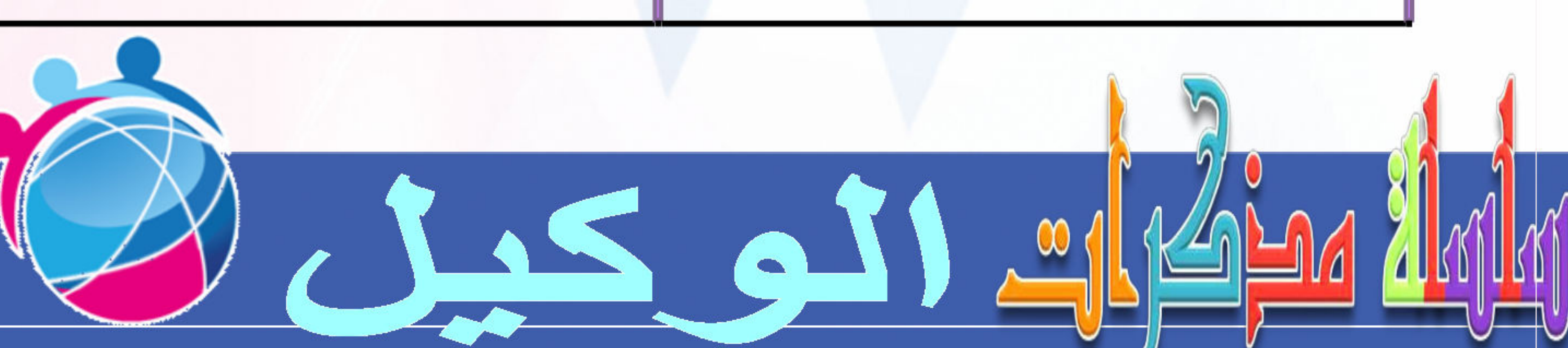


## العوامل التي يتوقف عليها الشغل المبذول

| (1) | (2) | (3) الزاوية بين القوة والإزاحة |
| --- | --- | --- |
| يتناسب الشغل طردياً مع الإزاحة عند ثبوت القوة والزاوية بين القوة والإزاحة | يتناسب الشغل طردياً مع القوة عند ثبوت الإزاحة والزاوية بين القوة والإزاحة | يتناسب الشغل طردياً مع جيب تمام الزاوية بين القوة والإزاحة عند ثبوت القوة والإزاحة |
| W — d | W — F | W — cos θ |







## تأثير زاوية الميل ( $q$ ) على قيمة الشغل المبذول

| الزاوية ( $q$ ) | الشغل | أمثلة |
|---|---|---|
| $0 \leqslant q < 90^\circ$ | **الشغل** قيمة موجبة<br>**الشخص** هو الذي يبذل الشغل | **شخص يسحب جسم**<br>F<br>$q$<br>d |
| $q = 90^\circ$ | **الشغل = صفر** | **حمل جسم والحركة به**<br>F<br>d |
| $180^\circ \geqslant q > 90^\circ$ | **الشغل** قيمة سالبة<br>**الجسم** هو الذي يبذل الشغل على الشخص | **شخص يحاول جذب جسم ، وهو يتحرك عكس اتجاه القوة**<br>F<br>d |

### مثال محلول

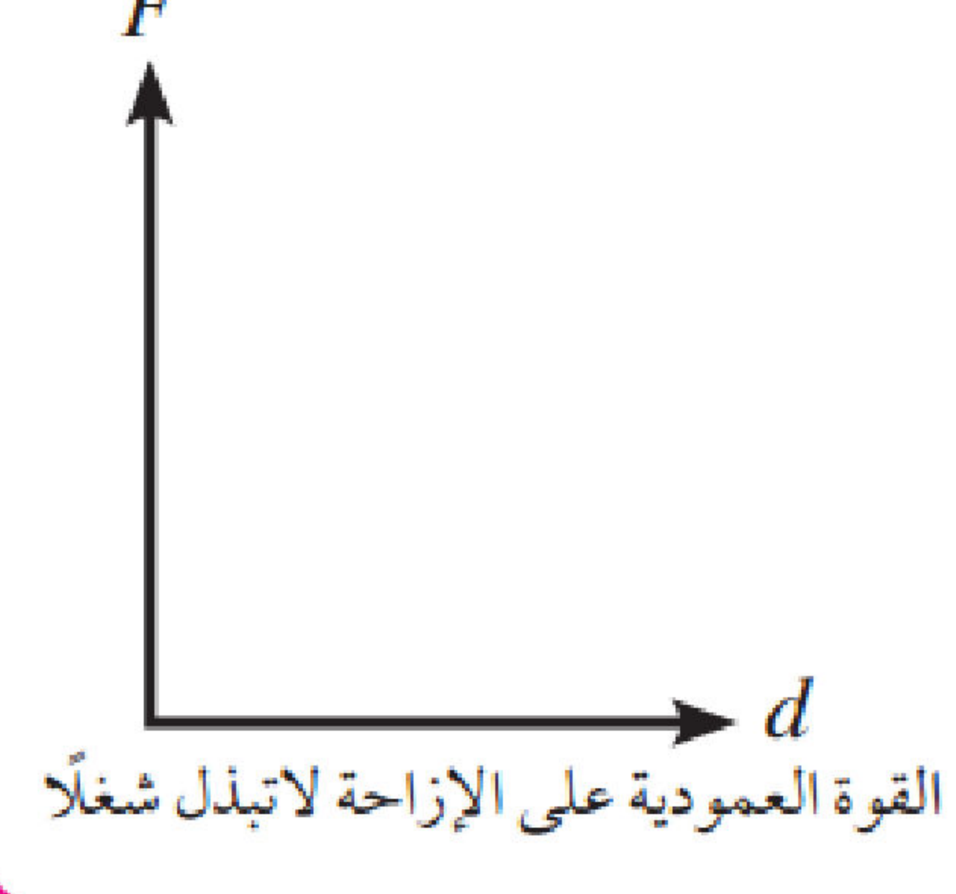
احسب الشغل الذى تبذله طفلة تحمل دلوًا كتلته $(300\ g)$ وتتحرك به إزاحة مقدارها $(10\ m)$ فى الاتجاه الأفقى، ثم احسب الشغل الذى يبذله طفل لرفع دلو له نفس الكتلة إزاحة مقدارها $(10\ cm)$ فى الاتجاه الرأسى $(g = 10\ m/s^2)$



**الحل:**

الشغل الذى تبذله الطفلة:

بما أن القوة تكون عمودية على الإزاحة فإن الشغل يساوى صفرًا.



القوة العمودية على الإزاحة لاتبذل شغلًا

الشغل الذى يبذله الطفل:

حساب القوة $F = mg = \frac{300}{1000} \times 10 = 3N$

حساب الشغل $W = F.\ d \cos \theta$

وحيث إن القوة والإزاحة فى نفس الاتجاه فإن الزاوية $(\theta)$ تساوى صفرًا.

$$W = 3 \times \frac{10}{100} \cos \theta = 0.3\ J$$

## حساب الشغل بيانياً

يم          غل بيانياً باستخ          (          –          )

حيث يعبر الخط المستقيم عن قوة ثابتة في المقدار والاتجاه ( F )

فتسبب له إزاحة (d)     نفس اتجاه القوة المؤثرة ، وبالرجوع إلى تعريف الشغل

:     $(\theta = 0)$

**الشغل** = القوة × الإزاحة

= الطول × العرض

= المساحة تحت منحنى ( القوة – الإزاحة )

**أي أن الشغل بيانياً** = المساحة تحت منحنى ( القوة – الإزاحة )

F

W

d

| علماء أفادوا البشرية | |
|---|---|
| يمس | ( 1889 – 1818 ) |

- يعتبر من أوائل من أدركوا أن الشغل يولد حرارة
- وجد في إحدى تجاربه أن درجة حرارة الماء أسفل الشلال أكبر منها أعلى الشلال مما يثبت أن جزء من طاقة المياه الساقطة تحول إلى حرارة

## الطاقة

هي القدرة على بذل شغل أو إمكانية بذل شغل (وحدة قياسها الجول)

## أولاً طاقة الحركة (KE)

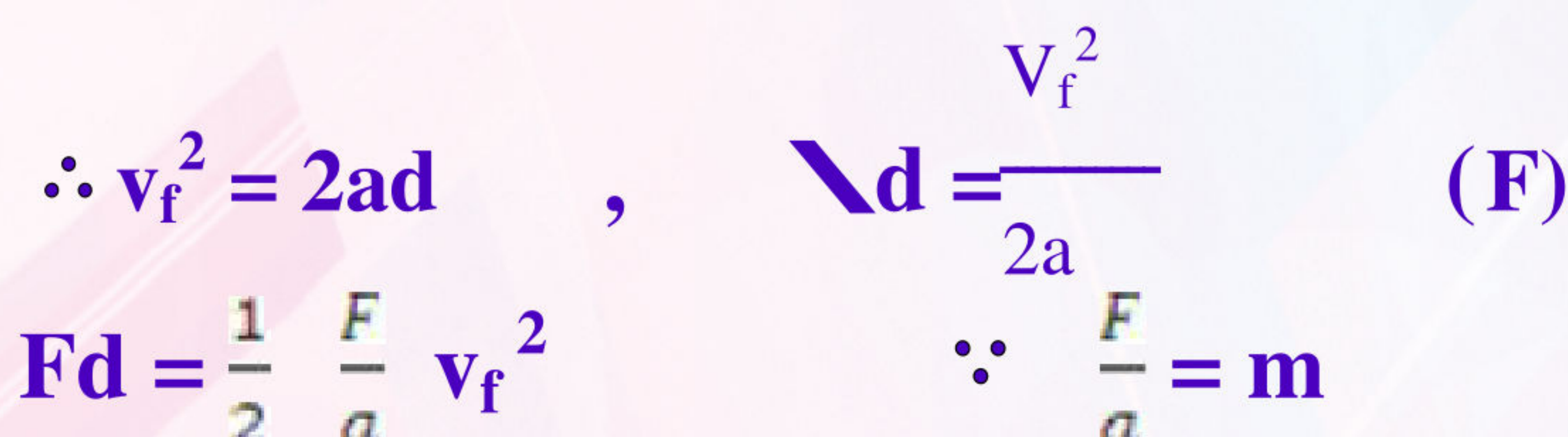
معادلة الأبعاد $ML^2T^{-2}$

الطاقة التي يكتسبها الجسم نتيجة لحركته ( وحدة قياسها الجول )

## استنتاج طاقة الحركة

(F) على جسم ساكن كتلته (m)     لتصل سرعته إلى $(v_f)$ (a)

أن يقطع مسافة (d)     :



$v_f^2 = v_i^2 + 2ad \quad , \quad \because v_i = 0$

$\therefore v_f^2 = 2ad \quad , \quad \therefore d = \frac{v_f^2}{2a} \quad (F)$




$Fd = \frac{1}{2} \frac{F}{a} v_f^2 \qquad \because \frac{F}{a} = m$

$\therefore Fd = \frac{1}{2} m v_f^2$     $\because$ Fd يمثل الشغل المبذول ( الطاقة اللازمة لتحريك السيارة )

$$\therefore KE = \frac{1}{2} mv^2$$

## العوامل التي تتوقف عليها طاقة الحركة

1- الكتلة ( طردياً )     2- السرعة ( طردياً )

## مثال

أوجد طاقة حركة سيارة كتلتها 2000 kg تسير بسرعة 72 km / h

.................................................................................................

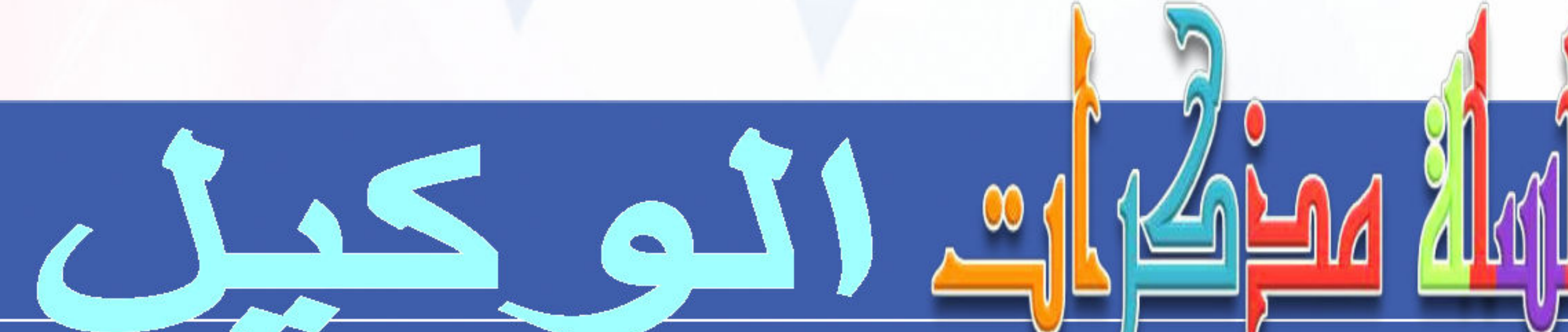
.................................................................................................

.................................................................................................

.................................................................................................







## ثانياً طاقة الوضع (PE) — معادلة الأبعاد $ML^2T^{-2}$

الطاقة التي يختزنها الجسم نتيجة لتغير موضعه أو حالته (وحدة قياسها الجول)

m
جسم له طاقة وضعه
h
جسم طاقة وضعه = صفر
m
سطح الأرض
شكل (١١) : رفع جسم (m) إلى أرتفاع (h)

### استنتاج طاقة الوضع

عند رفع جسم كتلة (m) مسافة رأسية ( h ) فإن الشغل المبذول (W) يتعين من العلاقة :

$$W = F\,h$$

حيث F القوة اللازمة لرفع الجسم لأعلى وتساوي وزنه (w) :

$$F = w = mg$$

$$\therefore W = mgh$$

∵ الشغل المبذول يختزن (PE)   ∴ **$PE = mgh$**

### العوامل التي تتوقف عليها طاقة الوضع

1- عجلة الجاذبية ( طردياً )
2- كتلة الجسم ( طردياً )
3- المسافة الرأسية ( طردياً )

**أمثلة على طاقة الوضع**

1- طاقة وضع مختزنة في ملف زنبركي مشدود أو مضغوط
2- طاقة وضع مختزنة في جسم مرفوع عن سطح الأرض
3- طاقة وضع مختزنة في الإلكترونات داخل البطارية
4- طاقة وضع مختزنة في خيط مطاطي مشدود

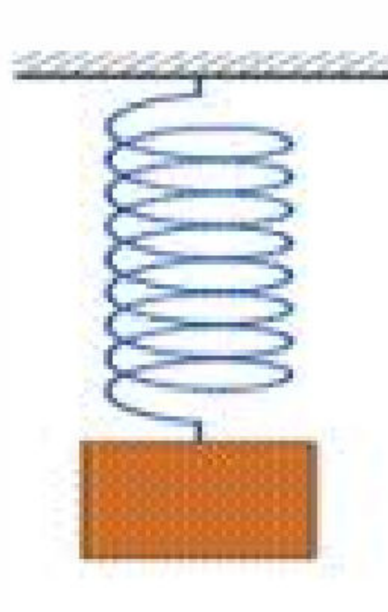
| وجه المقارنة | طاقة الحركة | طاقة الوضع |
|---|---|---|
| التعريف | الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة لحركته | الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة لوضعه أو حالته |
| العلاقة الرياضية | $KE = \frac{1}{2} mv^2$ | $PE = mgh$ |
| العوامل المؤثرة | ← كتلة الجسم (m)<br>← سرعة الجسم (v) | ← كتلة الجسم (m)<br>← الارتفاع عن سطح الأرض (h) |
| وحدة القياس | الجول | الجول |
| معادلة الأبعاد | $ML^2T^{-2}$ | $ML^2T^{-2}$ |

**علماء أفادوا البشرية**


شكل (٥) : جيمس جول

← جيمس جول (1818 - 1889 م) : هو عالم إنجليزى كان من أوائل من أدراكوا أن الشغل يولد حرارة، ففى أحد تجاربه وجد أن درجة حرارة الماء فى أسفل الشلال أكبر منها فى أعلى الشلال مما يثبت أن بعضًا من طاقة المياه الساقطة تتحول إلى حرارة.

## قانون بقاء الطاقة



ولكن يمكن أن تتحول من صورة إلى أخرى .

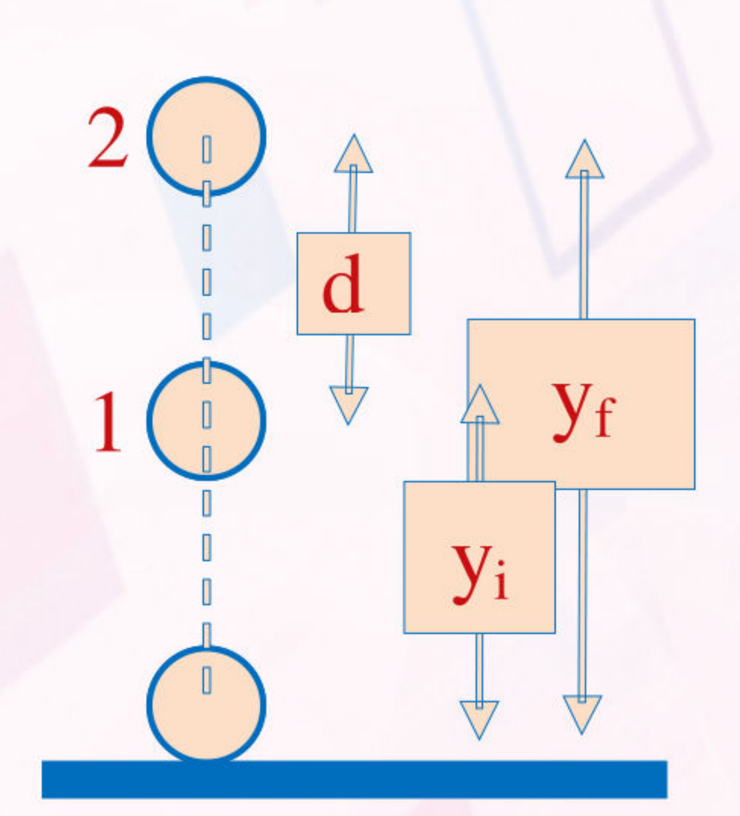
## قانون بقاء الطاقة الميكانيكية

### اثبات صحة القانون

**يمكن إثبات صحة قانون بقاء الطاقة الميكانيكية باستخدام مفاهيم طاقة الوضع وطاقة الحركة كما يلي :**

- عند قذف جسم كتلته (m) (1) ليصل إلى النقطة (2) بسرعة نهائية ($v_f$)
  - طاقة وضع الجسم تزداد بزيادة الارتفاع
  - طاقة الحركة تقل لتناقص السرعة
- $v_f^2 - v_i^2 = 2ad$ :

**بما أن الجسم يتحرك لأعلى في عكس اتجاه مجال الجاذبية الأرضية فإنه يتحرك بعجلة سالبة**




$$\therefore a = -g$$

$$\therefore v_f^2 - v_i^2 = -2gd$$

بالضرب في ($\frac{1}{2}$m)

$$\frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = -mgd$$

$$\because d = y_f - y_i$$

$$\therefore \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = -mg(y_f - y_i)$$

$$\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = -mgy_f + mgy_i$$

$$mgy_f + \frac{1}{2}mv_f^2 = mgy_i + \frac{1}{2}mv_i^2$$



**أي أن**

$$PE_f + KE_f = PE_i + KE_i$$

**وبذلك يكون :**

- مجموع طاقتي الوضع والحركة عند النقطة (1) = مجموع طاقتي الوضع والحركة عند النقطة (2)
- مجموع طاقتي الوضع والحركة للجسم عند أي نقطة = مقدار ثابت

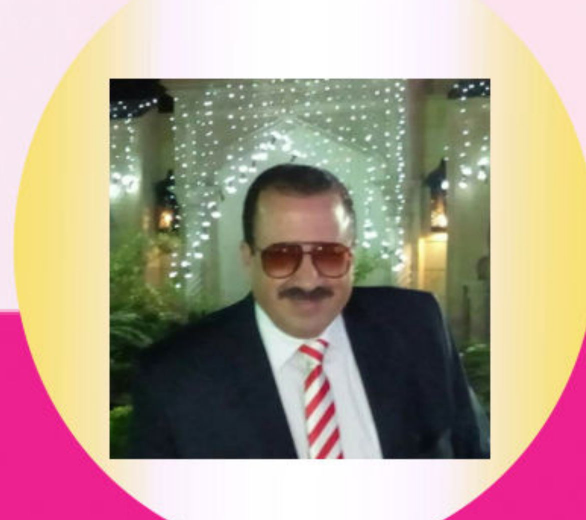
| الطاقة الميكانيكية | قانون بقاء الطاقة الميكانيكية |
| --- | --- |
| مجموع طاقتي الوضع والحركة لجسم | مجموع طاقتي الوضع والحركة لجسم عند أي نقطة في مساره يساوي مقدار ثابت |

ماذا يقصد بالآتي

**الطاقة الميكانيكية لجسم 150 J ؟**

ج : أي أن مجموع طاقتي الوضع والحركة للجسم = 150 J .







**أمثلة خفيفة** **مثال 1**

30m من سطح الأرض له طاقة وضع 1470J الجسم لأسفل بإهمال مقاومة الهواء ( $g = 9.8\ m/s^2$ )

- طاقة وضع الجسم وطاقة حركته عند ارتفاع 20 m
- سرعة الجسم لحظة اصطدامه بالأرض

.......................................................................................................................................

.......................................................................................................................................

.......................................................................................................................................

**مثال 2** جسم كتلته 0.5 kg يسقط من ارتفاع 100 m ( $g = 10\ m/s^2$ ) :

- 
- 
- سرعة الجسم قبل ملامسته سطح الأرض

**مثال محلول**

أوجد طاقة حركة سيارة كتلتها (2000kg) تسير بسرعة (72 km/h).

**الحل:**

حساب السرعة بوحدة (m/s)

$$v = \frac{1000 \times 72}{60 \times 60} = 20\ m/s$$

حساب طاقة الحركة:

$$\therefore K.E = \frac{1}{2} mv^2$$

$$= \frac{1}{2}(2000)\ (20)^2 = 400000\ J$$



كتاب المدرسة

## قانون بقاء الطاقة في الحياة العملية

## بعض الأمثلة للتحول المتبادل بين طاقتي الوضع والحركة




☺ **قذف كرة لأعلى ( ركز يا معلم )**

- في هذه الحالة تكون طاقة الوضع مساوية للصفر وطاقة الحركة نهاية عظمى
- تزداد طاقة الوضع وتقل طاقة الحركة حتى تصل الكرة لأقصى ارتفاع لها
- عند أقصى ارتفاع تكون طاقة الحركة صفر وطاقة الوضع نهاية عظمى
- عندما تبدأ الكرة في العودة إلى الأرض تزداد طاقة الحركة وتقل طاقة الوضع تدريجياً
- عند وصول الكرة إلى سطح الأرض تصبح طاقة الوضع صفر وطاقة الحركة نهاية عظمى

☺ **أثناء الوثب العالي في ألعاب القوى** ☺ **أثناء قذف السهم من القوس** ☺ **عربة الملاهي**

**تم بحمد الله تعالي وتوفيقه ... أرجو من الله أن يوفقني في أن اوصل رسالتي علي أكمل وجه وأن أكون سببا في تفوق وسعادة الطلبة وأتمني ان تكونوا قد وجدتم ما تريدون وربنا يوفقكم ... اللهم أمين ٠**

**عصام الوكيل**